

Hydrostatische Kolbenmaschine mit zwei hydraulischen Kreisläufen

Die Erfindung betrifft eine hydrostatische Kolbenmaschine
5 zum gleichzeitigen Betrieb in einem ersten und einem
zweiten hydraulischen Kreislauf.

Zum gleichzeitigen Betrieb einer hydrostatischen
Kolbenmaschine in einem ersten Kreislauf und in einem
10 zweiten hydraulischen Kreislauf ist es aus der US
3,188,963 bekannt, in eine Zylindertrommel eine erste
Gruppe von Zylinderbohrungen und eine zweite Gruppe von
Zylinderbohrungen einzubringen. Die erste Gruppe von
Zylinderbohrungen wird dabei auf einem Teilkreis mit einem
15 größeren Radius als der Teilkreis der zweiten Gruppe von
Zylinderbohrungen angeordnet. Die in den Zylinderbohrungen
der ersten und der zweiten Gruppe angeordneten Kolben
stützen sich an dem von der Anschlussseite abgewandten
Ende auf einer Schrägscheibe ab. Durch die
20 unterschiedlichen Radien, auf denen die Zylinderbohrungen
der ersten bzw. zweiten Gruppe angeordnet sind, führen die
Kolben in den Zylinderbohrungen eine unterschiedlich große
Hubbewegung aus.

25 Dabei ist es nicht nur nachteilig, dass durch den
unterschiedlichen Abstand der Zylinderbohrungen von der
Mittelachse und dem daraus resultierenden Aufstandspunkt
der Kolben auf der Schrägscheibe Vibrationen entstehen,
sondern auch, dass durch die versetzte Anordnung in der
30 Zylindertrommel deren Außendurchmesser vergrößert ist. Der
minimale Abstand von der Achse der Zylindertrommel wird
unter anderem durch den benötigten Hub, sowie den Winkel
der Schrägscheibe festgelegt. Eine weiter innen liegende
Anordnung der inneren Zylinderbohrungen ist so nicht
35 möglich.

Die dem anderen hydraulischen Kreislauf zugeordneten,
radial nach außen versetzten Zylinderbohrungen vergrößern
damit den gesamten Durchmesser der Zylindertrommel und in

der Folge die Baugröße der gesamten Kolbenmaschine. Weiterhin ergibt sich als Nachteil, dass entweder eine unterschiedliche Anzahl von Zylinderbohrungen auf dem inneren und dem äußeren Teilkreis erforderlich ist, oder
5 aber Zylinderbohrungen mit unterschiedlichen Durchmessern verwendet werden müssen, um zwei sich hinsichtlich der Förderleistung entsprechende hydraulische Kreisläufe mit der Kolbenmaschine betreiben zu können.

10 Es ist die Aufgabe der Erfindung, eine hydrostatische Kolbenmaschine zu schaffen, welche bei minimierten Bauraumanforderungen den Betrieb in zwei sich entsprechenden hydraulischen Kreisläufen ermöglicht.

15 Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch eine hydrostatische Kolbenmaschine mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Die erfindungsgemäße hydrostatische Kolbenmaschine umfasst eine Zylindertrommel, in die eine erste Gruppe von
20 Zylinderbohrungen eingebracht ist, welche mit einem ersten hydraulischen Kreislauf verbindbar sind. Weiterhin ist eine zweite Gruppe Zylinderbohrungen in die Zylindertrommel eingebracht, welche mit einem zweiten hydraulischen Kreislauf verbindbar sind. Die
25 Zylinderbohrungen der ersten und der zweiten Gruppe sind auf einem gemeinsamen Teilkreis in die Zylindertrommel eingebracht. Der äußere Durchmesser der Zylindertrommel wird dabei nicht durch einen radialen Versatz zwischen den Zylinderbohrungen der ersten Gruppe und der zweiten Gruppe
30 vergrößert.

Der minimale Durchmesser, auf dem die Zylinderbohrungen angeordnet sind, wird ausschließlich durch das geforderte Fördervolumen sowie den maximal realisierbaren
35 Einstellwinkel einer Schwenkscheibe bestimmt. Neben der verbesserten Raumausnutzung ist es ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine, dass sich sämtliche Kolben, die in den Zylinderbohrungen der ersten Gruppe und der zweiten Gruppe angeordnet sind, mit

lediglich einem einheitlichen Abstand von der Zylindertrommelachse auf der Schwenkscheibe abstützen, wodurch sich eine gleichmäßigere Belastung und ein verbessertes Schwingungsverhalten ergibt.

5

Die Unteransprüche betreffen vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen hydrostatischen Kolbenmaschine.

Die Zylinderbohrungen der ersten Gruppe werden durch erste
10 Verbindungskanäle mit dem ersten hydraulischen Kreislauf verbunden, wobei sich die ersten Verbindungskanäle von zweiten Verbindungskanälen durch die Ausmündung auf der Stirnseite der Zylindertrommel in einem anderen Abstand von der Zylindertrommelachse unterscheiden. Die Zuordnung
15 der einzelnen Zylinderbohrungen der ersten Gruppe erfolgt damit durch jeweils einen ersten Verbindungskanal, der in einem ersten Abstand von der Zylindertrommelachse an der Stirnseite der Zylindertrommel ausmündet, während die Zuordnung der Zylinderbohrungen der zweiten Gruppe über
20 jeweils einen mit einem entsprechenden zweiten Abstand von der Zylindertrommelachse ausmündenden zweiten Verbindungskanal erfolgt.

Um die Zylinderbohrungen über die ersten bzw. zweiten
25 Verbindungskanäle zeitlich korrekt mit Arbeitsleitungen des ersten bzw. zweiten hydraulischen Kreislaufs zu verbinden, ist eine Steuerplatte vorgesehen, in der zumindest eine erste Steuerniere und eine zweite Steuerniere angeordnet sind, wobei sich die erste und die
30 zweite Steuerniere jeweils entlang eines Kreisbogens erstreckten. Der Radius des jeweiligen Kreisbogens entspricht dabei dem Abstand von der Zylindertrommelachse, in dem die ersten Verbindungskanäle bzw. die zweiten Verbindungskanäle an der Stirnseite der Zylindertrommel
35 ausmünden.

Dem ersten bzw. zweiten hydraulischen Kreislauf ist vorzugsweise jeweils eine weitere Steuerniere zugeordnet. Damit sind der erste hydraulische Kreislauf und der zweite

hydraulische Kreislauf vollständig voneinander getrennt und weisen jeweils einen separaten Druck- bzw. Sauganschluss auf. Die hierzu erforderliche dritte Steuerniere erstreckt sich wiederum entlang eines
5 Kreisbogens, dessen Radius dem Radius des Kreisbogens entspricht, an dem entlang sich die erste Steuerniere erstreckt. Dementsprechend erstreckt sich die vierte Steuerniere entlang eines der zweiten Steuerniere entsprechenden Kreisbogens.

10

Zur Zentrierung der Zylindertrommel sowie zum Ausbilden eines hydrodynamischen Gleitlagers an der Stirnseite der Zylindertrommel ist die Steuerplatte auf der der Zylindertrommel zugewandten Seite sphärisch ausgeformt.
15 Die sphärische Ausformung korrespondiert mit einer in der Stirnseite der Zylindertrommel eingebrachten sphärischen Vertiefung. Mit der sphärischen Vertiefung liegt die Zylindertrommel an der sphärischen Ausformung der Steuerplatte an, wodurch die Zylindertrommel zentriert
20 wird. Zum Reduzieren der Reibung zwischen der Zylindertrommel und der Steuerplatte wird ein definierter Leckagestrom von den Ausmündungen der Verbindungskanäle erzeugt, wodurch zwischen den Anlageflächen der Steuerplatte und der Zylindertrommel ein hydrodynamisches
25 Gleitlager ausgebildet wird.

Zum Einbringen der Verbindungskanäle ist es vorteilhaft, wenn sowohl die ersten Verbindungskanäle als auch die zweiten Verbindungskanäle sich parallel zu der
30 Zylindertrommelachse erstrecken. Damit können die Verbindungskanäle z. B. durch Fräsen in besonders einfacher Weise in die Zylindertrommel eingebracht werden, ohne das Werkstück umspannen zu müssen oder den Zustellwinkel des Werkzeugs verändern zu müssen.

35

Bei Zylinderbohrungen mit einem geringen Durchmesser ist es dagegen besonders vorteilhaft, den unterschiedlichen Abstand der Ausmündungen von der Zylindertrommelachse an der Stirnseite der Zylindertrommel dadurch zu erzeugen,

dass zumindest die Verbindungskanäle der ersten oder der zweiten Gruppe von Zylinderbohrungen in einem bestimmten Winkel zu der Zylindertrommelachse eingebracht werden. Durch solche Verbindungskanäle mit einer radialen
5 Richtungskomponente lassen sich auch für kleine Durchmesser der Zylinderbohrungen die Abstände der Ausmündungen der ersten und der zweiten Verbindungskanäle in einem weiten Bereich variieren. Damit kann die Steuerplatte weitgehend unabhängig von den Abmessungen der
10 Zylindertrommel gestaltet werden und insbesondere bezüglich der Anschlussplatte und der Festigkeit optimiert werden.

Werden die ersten und/oder zweiten Verbindungskanäle mit
15 einer radialen Richtungskomponente in die Zylindertrommel eingebracht, so ist es besonders vorteilhaft, wenn diejenigen Verbindungskanäle, die mit dem geringeren Abstand von der Längsachse der Zylindertrommel an der Stirnseite der Zylindertrommel ausmünden, in Richtung der
20 Ausmündung auf die Zylindertrommelachse orientiert werden. Zusammen mit der sphärischen Vertiefung an der Stirnseite der Zylindertrommel ergibt sich dadurch ein Austrittswinkel von näherungsweise einem rechten Winkel. Das stellt nicht nur für die Herstellung eine
25 Vereinfachung dar, sondern führt auch zu einer erhöhten Dauerhaltbarkeit der Kolbenmaschine.

Ein weiterer Vorteil im Hinblick auf die Pulsation der hydrostatischen Kolbenmaschine ergibt sich, wenn die
30 Anzahl der Zylinderbohrungen der ersten und der zweiten Gruppe identisch ist. Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn sowohl die Anzahl der Zylinderbohrungen der ersten Gruppe als auch die Anzahl der Zylinderbohrungen der zweiten Gruppe jeweils eine ungerade Zahl ist. Entlang des
35 gemeinsamen Teilkreises sind die Zylinderbohrungen der ersten Gruppe und der zweiten Gruppe im Wechsel angeordnet.

Eine besonders vielseitige hydrostatische Kolbenmaschine ergibt sich, wenn sich die in den Zylinderbohrungen der ersten und der zweiten Gruppe längsverschieblich angeordneten Kolben auf einer gemeinsamen Schwenkscheibe
5 abstützen, so dass bei einem rechten Winkel der Schwenkscheibe bezüglich der Zylindertrommelachse der Hub aller Kolben Null ist und sich die Schwenkscheibe aus dieser Position in beiden Richtungen verschwenken lässt.

10 Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen hydrostatischen Kolbenmaschine ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung erläutert. Es zeigen:

15 Fig. 1 einen hydraulischen Schaltplan einer erfindungsgemäßen hydrostatischen Kolbenmaschine,

20 Fig. 2 einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße hydrostatische Kolbenmaschine,

Fig. 3 eine vergrößerte Darstellung eines Ausschnitts des Längsschnitts der erfindungsgemäßen hydrostatischen Kolbenmaschine,

25 Fig. 4 eine vergrößerte Darstellung eines zweiten Ausschnitts des Längsschnitts der erfindungsgemäßen hydrostatischen Kolbenmaschine,

30 Fig. 5 eine Schnittdarstellung einer Zylindertrommel der erfindungsgemäßen hydrostatischen Kolbenmaschine,

35 Fig. 6 eine Draufsicht auf die Zylindertrommel,

Fig. 7 eine erste Ansicht der Stirnseite der Zylindertrommel,

- Fig. 8 eine erste Ansicht einer Steuerplatte der
erfindungsgemäßen hydrostatischen
Kolbenmaschine,
- 5 Fig. 9 eine Schnittdarstellung der Steuerplatte der
erfindungsgemäßen hydrostatischen Kolbenmaschine
und
- Fig. 10 eine zweite Ansicht der Steuerplatte der
10 erfindungsgemäßen hydrostatischen
Kolbenmaschine.

Bevor auf die konstruktive Ausgestaltung eines
Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen
15 hydrostatischen Kolbenmaschine 1 ausführlich eingegangen
wird, soll zunächst der prinzipielle Aufbau einer an zwei
hydrostatischen Kreisläufen betriebenen Kolbenmaschine 1
anhand des hydraulischen Schaltplans in Fig. 1 erläutert
werden. Im dargestellten Ausführungsbeispiel umfasst die
20 hydrostatische Kolbenmaschine 1 eine Pumpe 2 zum
parallelen Fördern von Druckmittel in zwei getrennte,
geschlossene hydraulische Kreisläufe.

Die Fördermenge der Pumpe 2 ist durch eine
25 Verstelleinrichtung 3 für beide hydraulische Kreisläufe
gemeinsam veränderbar. Die Verstelleinrichtung 3 besteht
aus einem Zylinder und einem darin angeordneten
Stellkolben 4, der in bekannter Weise an entgegengesetzt
zueinander orientierten Kolbenflächen in jeweils einer
30 Stelldruckkammer mit einem Stelldruck beaufschlagt wird.
Die beiden Stelldruckkammern sind über jeweils eine
Stelldruckleitung 6a, 6b mit einem Stelldruckregelventil 5
verbunden.

35 Durch Beaufschlagen der einen Stelldruckkammer und
Entlasten der anderen Stelldruckkammer wirkt auf den
Stellkolben 4 ein Differenzdruck, durch den der
Stellkolben 4 aus seiner Mittellage ausgelenkt wird, in
der er durch zwei Zentrierfedern gehalten wird. Durch die

Auslenkung des Stellkolbens 4 wird die Pumpe 2 auf ein verändertes Fördervolumen eingestellt. Die Verstellung wirkt gleichermaßen auf den ersten und den zweiten hydraulischen Kreislauf.

5

Der erste hydraulische Kreislauf wird aus einer ersten Arbeitsleitung 7 und einer zweiten Arbeitsleitung 8 gebildet. Die Pumpe 2 fördert entweder in die erste Arbeitsleitung 7 oder die zweite Arbeitsleitung 8. Bei einer Förderung in die erste Arbeitsleitung 7 erfolgt gleichzeitig aufgrund der gemeinsamen Verstellung eine Förderung von Druckmittel in eine erste Arbeitsleitung 7' des zweiten hydraulischen Kreislaufs oder, bei Förderung in die zweite Arbeitsleitung 8 des ersten hydraulischen Kreislaufs in eine zweite Arbeitsleitung 8' des zweiten hydraulischen Kreislaufs.

Der erste hydraulische Kreislauf, bestehend aus dessen erster Arbeitsleitung 7 und dessen zweiter Arbeitsleitung 8, ist hydraulisch von dem zweiten hydraulischen Kreislauf, bestehend aus dessen erster Arbeitsleitung 7' und dessen zweiter Arbeitsleitung 8', unabhängig.

Beim Anfahren der Pumpe 2 wird zunächst der erste hydraulische Kreislauf und der zweite hydraulische Kreislauf durch eine Hilfspumpe 9 mit Druckmittel gespeist. Die Hilfspumpe 9 saugt hierzu über eine Saugleitung 10 aus einem Tankvolumen 11 Druckmittel an. Zum Filtern des Druckmittels ist in der Saugleitung 10 außerhalb des Gehäuses der hydrostatischen Kolbenmaschine 1 ein Filter 12 angeordnet, das das angesaugte Druckmittel von Verunreinigungen befreit.

Zum Einspeisen in den ersten hydraulischen Kreislauf ist ein erstes Hochdruckbegrenzungsventil 13 und ein zweites Hochdruckbegrenzungsventil 14 vorgesehen, wobei das erste Hochdruckbegrenzungsventil 13 mit der ersten Arbeitsleitung 7 des ersten hydraulischen Kreislaufs und das zweite Hochdruckbegrenzungsventil 14 mit der zweiten

Arbeitsleitung 8 des ersten hydraulischen Kreislaufs verbunden ist. Analog dazu ist ein drittes Hochdruckbegrenzungsventil 13' mit der ersten Arbeitsleitung 7' des zweiten hydraulischen Kreislaufs und
5 ein viertes Hochdruckbegrenzungsventil 14' mit der zweiten Arbeitsleitung 8' des zweiten hydraulischen Kreislaufs verbunden.

Das erste bis vierte Hochdruckbegrenzungsventil 13, 13',
10 14 und 14' sind gemeinsam mit einer Speiseleitung 15 verbunden, in die die Hilfspumpe 9 das angesaugte Druckmittel fördert. In bekannter Weise ist, wie es in der Fig. 1 lediglich bei dem vierten Hochdruckbegrenzungsventil 14' mit Bezugszeichen
15 illustriert ist, in den Hochdruckbegrenzungsventilen 13 bis 14' jeweils ein Rückschlagventil 17 angeordnet, welches zum Einspeisen von Druckmittel einen Strömungsweg von der Speiseleitung 15 in Richtung der jeweils angeschlossenen Arbeitsleitung 7, 8, 7' oder 8' öffnet,
20 solange der Druck in der Speiseleitung 15 größer ist als der jeweilige Arbeitsdruck. Parallel zu dem Rückschlagventil 17 ist jeweils ein Druckbegrenzungsventil 18 in den Hochdruckbegrenzungsventilen 13, 13', 14 und 14' angeordnet, welches bei Überschreiten eines kritischen
25 Drucks in der jeweiligen Arbeitsleitung 7, 8, 7', oder 8' in Richtung der Speiseleitung 15 öffnet.

Steigt z. B. beim Öffnen eines solchen Druckbegrenzungsventils 18 der Druck in der Speiseleitung
30 15 an, so wird oberhalb eines Grenzwertes für den Speiseleitungsdruck ein weiteres Druckbegrenzungsventil 19 geöffnet, durch welches die Speiseleitung 15 in das Tankvolumen 11 entspannt wird. Damit wird in der Speiseleitung 15 ein definiertes Druckniveau
35 aufrechterhalten, da auch bei gesteigerter Förderleistung z. B. durch Erhöhen der Hilfspumpendrehzahl, das Druckbegrenzungsventil 18 öffnet.

Das Stelldruckregelventil 5 ist als 4/3-Wegeventil ausgeführt, welches kontinuierlich verstellbar ist. Zum Einstellen einer bestimmten Position wird das Stelldruckregelventil 5 ausgehend von seiner Neutrallage, in der es durch Druckfedern gehalten wird, mit einer in axialer Richtung wirkenden Kraft beaufschlagt. Diese Kraft wird als Kraftdifferenz zwischen zwei Proportionalmagneten 20a und 20b erzeugt, die mit jeweils einer Druckfeder gleichsinnig auf einen Ventilkolben des Stelldruckregelventils 5 wirken. Die jeweils eingeregelter Position des Stellkolbens 4 wird bei der Regelung des Stelldrucks berücksichtigt, indem eine Ventilhülse des Stelldruckregelventils 5 mit dem Stellkolben 4 über eine Koppelstange 21 verbunden ist.

Um die Stelldruckkammern mit einem Stelldruck beaufschlagen zu können, ist das Stelldruckregelventil 5 über eine Stelldruckzuleitung 16 mit der Speiseleitung 15 verbunden. Die Verstelleinrichtung 3 kann damit beim Anfahren der Pumpe 2 ab dem Zeitpunkt betätigt werden, zu dem die Hilfspumpe 9 einen Druck in der Speisedruckleitung 15 aufgebaut hat. Die Verstelleinrichtung 3 kann damit unabhängig von der von der Pumpe 2 in den ersten hydraulischen Kreislauf bzw. zweiten hydraulischen Kreislauf geförderten Druckmittelmenge betätigt werden.

Die Hilfspumpe 9 und die Pumpe 2 sind im dargestellten Ausführungsbeispiel durch eine gemeinsame Antriebswelle 22 angetrieben.

In dem in Fig. 2 dargestellten Längsschnitt der erfindungsgemäßen hydrostatischen Kolbenmaschine ist gezeigt, wie die gemeinsame Antriebswelle 22 durch ein Rollenlager 23 an einem Ende eines Pumpengehäuses 24 gelagert ist. Zusätzlich ist die gemeinsame Antriebswelle 22 in einem Gleitlager 26 gelagert, welches in einer Anschlussplatte 25 angeordnet ist, die das Pumpengehäuse 24 an dem gegenüberliegenden Ende verschließt.

In der Anschlussplatte 25 ist eine, die Anschlussplatte vollständig in axialer Richtung durchdringende Ausnehmung 33 ausgebildet, in der zum einen das Gleitlager 26 angeordnet ist und die zum anderen von der gemeinsamen Antriebswelle 22 durchdrungen ist. Auf der von dem Pumpengehäuse 24 abgewandten Seite der Anschlussplatte 25 ist in eine radiale Erweiterung der Ausnehmung 33 die Hilfspumpe 9 eingesetzt. Zum Antreiben der Hilfspumpe 9 weist die gemeinsame Antriebswelle 22 eine erste Verzahnung 27.1 und eine zweite Verzahnung 27.2 auf, die mit entsprechenden Verzahnungen einer Hilfspumpenwelle 28 im Eingriff sind. Die Hilfspumpenwelle 28 ist in der Ausnehmung 33 durch ein erstes Hilfspumpengleitlager 34 und durch ein zweites Hilfspumpengleitlager 35 in der Hilfspumpenanschlussplatte 31 gelagert.

Auf der Hilfspumpenwelle 28 ist ein Zahnrad 29 angeordnet, welches im Eingriff mit einem Hohlrad 30 ist. Über das Zahnrad 29 wird das Hohlrad 30, das drehbar in der Hilfspumpenanschlussplatte 31 angeordnet ist, ebenfalls von der Hilfspumpenwelle 28 und damit letztlich von der gemeinsamen Antriebswelle 22 angetrieben. In der Hilfspumpenanschlussplatte 31 sind der saug- und der druckseitige Anschluss für die Hilfspumpe 9 ausgebildet. Die Hilfspumpe 9 wird durch einen Deckel 32, der an der Anschlussplatte 25 montiert ist, in der radialen Erweiterung der Ausnehmung 33 der Anschlussplatte 25 fixiert.

Der Innenring des Rollenlagers 23 ist in axialer Richtung auf der gemeinsamen Antriebswelle 22 fixiert. Der Innenring liegt einerseits an einem Bund 36 der gemeinsamen Antriebswelle 22 an und ist auf der anderen Seite durch einen Sicherungsring 37 in dieser axialen Position gehalten, der in einer Nut der gemeinsamen Antriebswelle 22 eingesetzt ist. Die axiale Position des Rollenlagers 23 bezüglich des Pumpengehäuses 24 wird durch eine Scheibe 38 bestimmt, die an einem Absatz einer Wellenöffnung 39 in dem Pumpengehäuse 24 anliegt. In

Richtung der Außenseite des Pumpengehäuses 24 ist in der Wellenöffnung 39 außerdem ein Dichtring 40 und abschließend ein weiterer Sicherungsring 41 angeordnet, wobei der Sicherungsring 41 in eine umlaufende Nut der Wellenöffnung 39 eingesetzt ist.

An dem aus dem Pumpengehäuse 24 herausragenden Ende der gemeinsamen Antriebswelle 22 ist eine Antriebsverzahnung 42 ausgebildet, über die die hydrostatische Kolbenmaschine durch eine nicht dargestellte Antriebsmaschine angetrieben wird.

Im Inneren des Pumpengehäuses 24 ist eine Zylindertrommel 43 angeordnet, die eine zentrale Durchgangsöffnung 44 aufweist, welche von der gemeinsamen Antriebswelle 22 durchdrungen wird. Über eine weitere Antriebsverzahnung 45 ist die Zylindertrommel 43 verdrehgesichert, aber in axialer Richtung verschiebbar mit der gemeinsamen Antriebswelle 22 verbunden, so dass sich eine Drehbewegung der gemeinsamen Antriebswelle 22 auf die Zylindertrommel 43 überträgt.

In eine in der zentralen Durchgangsöffnung 44 ausgebildeten Nut ist ein weiterer Sicherungsring 46 eingesetzt, an dem eine erste Stützscheibe 47 anliegt. Die erste Stützscheibe 47 bildet ein erstes Federlager für eine Druckfeder 48 aus. Ein zweites Federlager für die Druckfeder 48 wird durch eine zweite Stützscheibe 49 gebildet, die sich an der Stirnseite der weiteren Antriebsverzahnung 45 abstützt. Die Druckfeder 48 übt damit einerseits auf die gemeinsame Antriebswelle 42 und andererseits auf die Zylindertrommel 43 jeweils eine Kraft in entgegengesetzt axialer Richtung aus. Die gemeinsame Antriebswelle 22 wird so belastet, dass der Außenring des Rollenlagers 23 sich an der Scheibe 38 abstützt.

In entgegengesetzter Richtung wirkt die Druckfeder 48 auf die Zylindertrommel 43, die mit einer an der Stirnseite der Zylindertrommel 43 ausgebildeten sphärischen

Vertiefung 51, in Anlage an einer Steuerplatte 52 gehalten wird. Die Steuerplatte 52 liegt wiederum mit der von der Zylindertrommel 43 abgewandten Seite dichtend an der Anschlussplatte 25 an. Durch die sphärische Vertiefung 51, die mit einer entsprechenden sphärischen Ausformung der Steuerplatte 52 korrespondiert, wird die Zylindertrommel 43 zentriert.

Die Position der Steuerplatte 52 in radialer Richtung wird durch den äußeren Umfang des Gleitlagers 26 festgelegt. Das Gleitlager 26 ist zu diesem Zweck nur zum Teil in die Ausnehmung 33 in der Anschlussplatte 25 eingesetzt.

In die Zylindertrommel 43 sind über einen gemeinsamen Teilkreis verteilt Zylinderbohrungen 53 eingebracht, in denen Kolben 54 angeordnet sind, die in den Zylinderbohrungen 53 längsverschieblich sind. An dem von der sphärischen Vertiefung 51 abgewandten Ende ragen die Kolben 54 teilweise aus der Zylindertrommel 43 heraus. An diesem Ende ist an den Kolben 54 jeweils ein Gleitschuh 55 befestigt, über den sich die Kolben 54 auf einer Lauffläche 56 einer Schwenkscheibe 57 abstützen.

Zum Erzeugen einer Hubbewegung der Kolben 54 ist der Winkel, den die Lauffläche 56 der Schwenkscheibe 57 mit der Mittelachse einschließt, veränderbar. Die Schwenkscheibe 57 kann hierzu durch die Verstelleinrichtung 3 in ihrer Neigung verstellt werden. Zum Aufnehmen der Kräfte, die durch die Gleitschuhe 55 auf die Schwenkscheibe 57 übertragen werden, ist die Schwenkscheibe 57 in dem Pumpengehäuse 24 rollengelagert.

Zum Anschließen der hydrostatischen Kolbenmaschine 1 an einen ersten hydraulischen Kreislauf und an einen zweiten hydraulischen Kreislauf sind in der Anschlussplatte 25 schematisch ein erster Hochdruckanschluss 58 und ein zweiter Hochdruckanschluss 58' dargestellt, die in nicht gezeigter Weise über die Steuerplatte 52 mit den Zylinderbohrungen 53 verbindbar sind.

Eine vergrößerte Darstellung der im Inneren des Pumpengehäuses 24 zusammenwirkenden Bauteile ist in Fig. 3 dargestellt.

5

Auf ihrer von der Lauffläche 56 abgewandten Seite stützt sich die Schwenkscheibe 57 auf einem Zylinderrollenlager 58 ab, dessen Zylinderrollen von einem Lagerkäfig 59 gehalten werden. Um eine sichere Rückkehr der Zylinderrollen nach jeder Schwenkbewegung in ihre Ausgangslage sicherzustellen, ist der Lagerkäfig 59 an einem Sicherungsmechanismus 60 befestigt, durch den der Lagerkäfig 59 eine kontrollierte Bewegung sowohl beim Ausschwenken als auch beim Zurückschwenken ausführt.

15

Zum Ausführen einer Schwenkbewegung ist die Schwenkscheibe 57 an einen Gleitstein 61 gekoppelt, der auf nicht dargestellte Weise die Schwenkscheibe 57 um eine in der Zeichenebene liegende Achse dreht.

20

Die in Fig. 2 allgemein mit 53 bezeichneten Zylinderbohrungen unterteilen sich in eine erste Gruppe von Zylinderbohrungen 53.1 und eine zweite Gruppe von Zylinderbohrungen 53.2. Wie es bei den Ausführungen zu Fig. 2 bereits kurz erläutert wurde, ist an dem von der Steuerplatte 52 abgewandten Ende der Kolben 54 jeweils ein Gleitschuh 55 angeordnet. Der Gleitschuh 55 ist mit einer Ausnehmung an einem kugelförmigen Kopf des Kolbens 54 befestigt, so dass der Gleitschuh 55 beweglich an dem Kolben 54 fixiert ist und Zug- und Druckkräfte übertragbar sind.

An dem Gleitschuh 55 ist eine Gleitfläche 62 ausgebildet, mit der sich der Gleitschuh 55 und damit der Kolben 54 auf der Lauffläche 56 der Schwenkscheibe 57 abstützt. In der Gleitfläche 62 sind Schmierölnuten ausgebildet, die über einen in dem Gleitschuh 55 ausgebildeten Schmierölkanal 63, der in dem Kolben 54 als Schmierölbohrung 63'

35

fortgesetzt wird, mit den in der Zylindertrommel 43 ausgebildeten Zylinderbohrungen 53 verbunden sind.

Durch das Abstützen der Gleitschuhe 55 an der Lauffläche 56 führen die Kolben 54 bei Rotation der gemeinsamen Antriebswelle 22 eine Hubbewegung aus, durch die das in den Zylinderräumen in der Zylindertrommel 43 befindliche Druckmittel unter Druck gesetzt wird. Ein Teil dieses Druckmittels tritt an der Gleitfläche 62 aus und bildet so auf der Lauffläche 56 ein hydrodynamisches Lager für den Gleitschuh 55.

Um das Druckmittel aus den Zylinderräumen in den ersten bzw. zweiten hydraulischen Kreislauf zu fördern, sind mit den Zylinderbohrungen der ersten Gruppe 53.1 bzw. den Zylinderbohrungen der zweiten Gruppe 53.2 jeweils erste Verbindungskanäle 64.1 bzw. zweite Verbindungskanäle 64.2 verbunden. Die ersten und zweiten Verbindungskanäle 64.1 und 64.2 verlaufen von den Zylinderbohrungen der ersten Gruppe 53.1 bzw. den Zylinderbohrungen der zweiten Gruppe 53.2 zu der sphärischen Vertiefung 51, die an einer Stirnseite 65 der Zylindertrommel 43 ausgebildet ist.

Entlang der Kontaktfläche zwischen der sphärischen Vertiefung 51 der Zylindertrommel 43 und der entsprechenden sphärischen Ausformung der Steuerplatte 52 ist zur Verringerung des Verschleißes beispielsweise ein gehärteter Bereich 66 an der Zylindertrommel 43 ausgebildet. In der verdrehgesichert mit der Anschlussplatte 25 verbundenen Steuerplatte 52 ist eine erste Steuerniere 67 und eine zweite Steuerniere 68 ausgebildet, die die Steuerplatte 52 in axialer Richtung durchdringen.

Weiterhin ist in der Steuerplatte 52 vorzugsweise eine dritte Steuerniere 69 und eine vierte Steuerniere 70 ausgebildet. Während die erste und die dritte Steuerniere 67 bzw. 69 über die Anschlussplatte 25 mit Arbeitsleitungen 7 bzw. 8 des ersten hydraulischen

Kreislaufs verbunden sind, sind in entsprechender Weise die zweite Steuerniere 68 und die vierte Steuerniere 70 mit den Arbeitsleitungen 7' bzw. 8' des zweiten hydraulischen Kreislauf verbunden. Die geometrische
5 Ausgestaltung der Steuernieren 67 bis 70 in der Steuerplatte 52 wird nachfolgend noch anhand der Fig. 8 bis 10 erläutert.

Die erste und dritte Steuerniere 67 und 69 weisen einen
10 identischen ersten Abstand R_1' von der Längsachse 71 der Zylindertrommel 43 auf, der kleiner ist als der wiederum für die zweite Steuerniere 68 und die vierte Steuerniere 70 identische zweite Abstand R_2' von der Längsachse 71. Während einer Umdrehung der gemeinsamen Antriebswelle 22
15 werden die ersten Verbindungskanäle 64.1 im Wechsel mit der ersten Steuerniere 67 und der dritten Steuerniere 69 verbunden, so dass aufgrund der Hubbewegung der in den Zylinderbohrungen 53.1 der ersten Gruppe angeordneten Kolben 54 das Druckmittel z. B. über die dritte
20 Steuerniere 69 angesaugt und über die erste Steuerniere 67 in die druckseitige Arbeitsleitung 7 oder 8 des ersten hydraulischen Kreislaufs gepumpt wird. Die ersten Verbindungskanäle 64.1 münden hierzu an der Stirnseite 65 der Zylindertrommel 43 in einem ersten Abstand R_1 von der
25 Längsachse 71 der Zylindertrommel 43 aus, der dem ersten Abstand R_1' der ersten bzw. 3. Steuerniere 67 bzw. 69 von der Längsachse 71 der Zylindertrommel 43 entspricht.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind die ersten
30 Verbindungskanäle 64.1 so in der Zylindertrommel 43 angeordnet, dass sie eine radiale Richtungskomponente aufweisen, durch die der erste Abstand R_1 der Ausmündung an der Stirnseite 65 kleiner ist als der Abstand auf der entgegengesetzten Seite der ersten Verbindungskanäle 64.1.
35 Die zweiten Verbindungskanäle 64.2 münden dementsprechend an der Stirnseite 65 der Zylindertrommel 43 mit einem zweiten Abstand D_2 aus, der mit einem zweiten Abstand D_2' der zweiten und vierten Steuerniere 68 und 70 von der Längsachse 71 korrespondiert. Während einer Umdrehung der

gemeinsamen Antriebswelle 22 werden damit die Zylinderbohrungen der zweiten Gruppe 53.2 über die zweiten Verbindungskanäle 64.2 abwechselnd mit der zweiten und vierten Steuerniere 68 und 70 verbunden.

5

Um während eines Saughubs ein Abheben der Gleitschuhe 55 von der Lauffläche 56 der Schwenkscheibe 57 zu verhindern, ist eine Niederhalteplatte 72 vorgesehen, welche die Gleitschuhe 55 an einem hierfür vorgesehenen Absatz umgreift. Die Niederhalteplatte 72 weist eine kugelförmige, zentrale Ausnehmung 73 auf, mit der sie sich an einem Stützkopf 74 abstützt, der an dem von der Stirnseite 65 abgewandten Ende der Zylindertrommel 43 angeordnet ist.

15

In Fig. 4 ist ein weiterer Schnitt durch eine erfindungsgemäße Kolbenmaschine dargestellt. Im Unterschied zu den Figuren 2 und 3 fällt die Schnittebene nicht mit der Schwenkachse der Schwenkscheibe 57 zusammen. Die Schwenkscheibe 57 ist in einem ausgeschwenkten Zustand dargestellt. Daraus ergibt sich unmittelbar, dass das geförderte Volumen abhängig von dem Winkel der Schwenkscheibe 57 sowie dem Abstand der Gleitschuhe 55 von der Längsachse 71 der Zylindertrommel 43 ist.

25

Fig. 5 zeigt eine vergrößerte Darstellung der Zylindertrommel 43. Die Zylindertrommel 43 ist rotationssymmetrisch zu ihrer Längsachse 71. In dem Bereich der sphärischen Vertiefung 51, die an der Stirnseite 65 ausgebildet ist, ist der gehärtete Bereich 66 zu erkennen. Die ersten Verbindungskanäle 64.1 münden ebenso wie die zweiten Verbindungskanäle 64.2 in diesem gehärteten Bereich 66 an der Stirnseite 65 aus.

30

Die ersten Verbindungskanäle 64.1 münden an der Stirnseite in einem ersten Abstand R_1 von der Längsachse 71 aus. Die zweiten Verbindungskanäle 64.2 münden dagegen an der Stirnseite 65 in einem zweiten Abstand R_2 von der Längsachse 71 aus, der größer ist als der erste Abstand

R_1 . Die ersten Verbindungskanäle 64.1 münden mit einem dritten Abstand R_3 in die Zylinderbohrungen der ersten Gruppe 53.1, wobei der dritte Abstand R_3 in dem dargestellten Ausführungsbeispiel identisch mit einem vierten Abstand R_4 ist, in dem die zweiten Verbindungskanäle 64.2 in die Zylinderbohrungen der zweiten Gruppe 53.2 ausmünden.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel der Fig. 5 wird der unterschiedliche erste und zweite Abstand R_1 und R_2 der Ausmündungen der ersten bzw. zweiten Verbindungskanäle 64.1 bzw. 64.2 an der Stirnseite 65 der Zylindertrommel 43 dadurch realisiert, dass die ersten Verbindungskanäle 64.1 eine radiale Richtungskomponente aufweisen. Die radiale Richtungskomponente ist dabei so gewählt, dass der erste Abstand R_1 kleiner ist als der dritte Abstand R_3 .

Ist aufgrund der Geometrie der Steuerplatte 52, die auch eben ausgeführt sein kann, ein größerer Unterschied zwischen dem ersten Abstand R_1 und dem zweiten Abstand R_2 erforderlich, so kann im Unterschied zu der Darstellung der Fig. 5 der zweite Abstand R_2 auch größer als der vierte Abstand R_4 gewählt werden, so dass auch die zweiten Verbindungskanäle 64.2 eine radiale Richtungskomponente aufweisen.

Eine weitere Maßnahme, um einen größeren Spielraum bezüglich des Abstands der Ausmündungen der ersten bzw. zweiten Verbindungskanäle 64.1 bzw. 64.2 von der Längsachse 71 zu erreichen, ist es, die ersten Verbindungskanäle 64.1 und die zweiten Verbindungskanäle 64.2 mit unterschiedlichen Abständen R_3 und R_4 von der Längsachse 71 in die Zylinderbohrungen der ersten Gruppe 53.1 bzw. in die Zylinderbohrungen der zweiten Gruppe 53.2 ausmünden zu lassen.

Alternativ ist es auch möglich, die ersten Verbindungskanäle 64.1 und die zweiten Verbindungskanäle 64.2 jeweils parallel zu der Längsachse 71 auszubilden. In

diesem Fall ist dann der erste Abstand R_1 identisch mit dem dritten Abstand R_3 , wobei der erste und dritte Abstand R_1 und R_3 kleiner sind als der zweite und vierte Abstand R_2 und R_4 , die ihrerseits wieder identisch sind. Eine solche Anordnung ist dann vorteilhaft, wenn große Durchmesser der Zylinderbohrungen 53 vorhanden sind, so dass ein ausreichend großer Versatz zwischen den ersten Verbindungskanälen 64.1 und den zweiten Verbindungskanäle 64.2 erreicht werden kann.

10

In der Fig. 5 ist weiterhin zu erkennen, dass in die Zylinderbohrungen der ersten Gruppe 53.1 so wie in die Zylinderbohrungen der zweiten Gruppe 53.2 jeweils Laufbuchsen 74 eingesetzt sind. Die Laufbuchsen 74 sind aus einem Material, welches einer höheren Belastung standhält, als das Material der Zylindertrommel 43. Damit kann die Zylindertrommel 43 selbst aus einem einfach zu verarbeitenden Material erzeugt werden, welches zum unmittelbaren Einsetzen der Kolben 54 nicht geeignet ist. An der Stirnseite 65 ist im Bereich der Anlage mit der Steuerplatte 52 der gehärtete Bereich 66 ausgebildet, der die dort auftretenden hohen Druckbelastungen und die Reibung aushält.

In Fig. 6 ist eine Draufsicht auf die Zylindertrommel 43 von der Seite der Schwenkscheibe 57 her gezeigt. Die Zylinderbohrungen der ersten Gruppe 53.1 und die Zylinderbohrungen der zweiten Gruppe 53.2 sind gleichmäßig verteilt und im Wechsel über einen gemeinsamen Teilkreis 76 angeordnet. Die Zylinderbohrungen der ersten Gruppe 53.1 und die Zylinderbohrungen der zweiten Gruppe 53.2 weisen einen identischen Durchmesser auf.

Insgesamt sind in die Zylindertrommel 43 in dem dargestellten Ausführungsbeispiel zehn Zylinderbohrungen 53 eingebracht. Von den insgesamt zehn Zylinderbohrungen 53 sind jeweils fünf Zylinderbohrungen der ersten Gruppe 53.1 und fünf Zylinderbohrungen der zweiten Gruppe 53.2 zugeordnet. Die symmetrische Anordnung und eine identische

Anzahl von Zylinderbohrungen der ersten Gruppe 53.1 und Zylinderbohrungen der zweiten Gruppe 53.2 verbessern das Pulsationsverhalten der Axialkolbenmaschine. Insbesondere ist es dabei vorteilhaft, wenn in der ersten Gruppe und in
5 der zweiten Gruppe eine identische, ungerade Anzahl von Zylinderbohrungen 53 enthalten ist.

Ebenfalls gleichmäßig über einen gemeinsamen weiteren Teilkreis 77 verteilt sind drei Ablaufbohrungen 75.1, 75.2
10 und 75.3 angeordnet, über die in die zentrale Durchgangsöffnung 44 der Zylindertrommel 43 abgelaufenes Druckmittel in das Innere des Pumpengehäuses 24 abläuft. Damit wird ein Druckaufbau durch das zwischen der Stirnseite 65 der Zylindertrommel 43 und der Steuerplatte
15 52 in die zentrale Durchgangsöffnung 44 eintretende Druckmittel verhindert.

Die Stirnseite 65 der Zylindertrommel 43 ist als Draufsicht in der Fig. 7 dargestellt. Die Ausmündungen der
20 ersten Verbindungskanäle 64.1 sind nierenförmig ausgebildet und münden in dem Bereich der sphärischen Vertiefung 51 auf einem Kreis mit dem ersten Radius R_1 aus. Die nierenförmigen Ausmündungen der ersten Verbindungskanäle 64.1 weisen jeweils eine identische
25 Geometrie auf. Sie erstrecken sich dabei über eine erste Länge L_1 entlang eines Kreisbogens mit dem ersten Radius R_1 , wobei die nierenförmigen Ausmündungen symmetrisch bezüglich des Kreisbogens angeordnet sind.

30 Die Ausmündungen der zweiten Verbindungskanäle 64.2 sind ebenfalls nierenförmig ausgebildet und erstrecken sich mit einer zweiten Länge L_2 jeweils entlang eines Kreisbogens mit dem zweiten Radius R_2 . Die nierenförmigen Ausmündungen der zweiten Verbindungskanäle 64.2 sind ebenfalls
35 bezüglich des Kreisbogens mit dem zweiten Radius R_2 symmetrisch angeordnet, wobei die Breite der Ausmündungen in radialer Richtung kleiner ist als die Breite der Ausmündungen der ersten Verbindungskanäle 64.1. Gleichzeitig ist die zweite Länge L_2 der Ausmündungen der

zweiten Verbindungskanäle 64.2 größer als die erste Länge L_1 der Ausmündungen der ersten Verbindungskanäle 64.1, so dass der Öffnungsquerschnitt der Ausmündungen der ersten Verbindungskanäle 64.1 identisch mit dem Öffnungsquerschnitt der Ausmündungen der zweiten Verbindungskanäle 64.2 ist.

In Fig. 8 ist eine Draufsicht auf eine Steuerplatte 52 einer erfindungsgemäßen hydrostatischen Kolbenmaschine 1 gezeigt. Zum Sicherstellen eines bezüglich der Lage der Steuerplatte 52 korrekten Einbaus in eine erfindungsgemäße Kolbenmaschine sind an dem äußeren Umfang der Steuerplatte 52 zwei Ausnehmungen 78.1 und 78.2 vorgesehen.

Die erste Steuerniere 67 besteht in dem dargestellten Ausführungsbeispiel aus einem ersten Abschnitt 67' und einem zweiten Abschnitt 67''. Jeder der beiden Abschnitte 67' und 67'' ist nierenförmig ausgebildet. Die beiden nierenförmigen Abschnitte 67' und 67'' weisen je eine identische dritte Länge L_3 auf und erstrecken sich entlang eines Kreisbogens mit einem ersten Steuernierenradius R_1' , der insbesondere identisch mit dem ersten Radius R_1 der Ausmündungen der ersten Verbindungskanäle 64.1 ist. Aus Gründen der Festigkeit ist zwischen dem ersten Abschnitt 67' und dem zweiten Abschnitt 67'' der ersten Steuerniere 67 ein erster Trennsteg 79 ausgebildet. Hinsichtlich ihrer Breite sind der erste Abschnitt 67' und der zweite Abschnitt 67'' der ersten Steuerniere 67 symmetrisch bezüglich des Kreisbogens mit dem ersten Steuernierenradius R_1' angeordnet. Abhängig von dem Drehwinkel der gemeinsamen Antriebswelle 22 sind daher die Ausmündungen der ersten Verbindungskanäle 64.1 in Überdeckung mit dem ersten Abschnitt 67' oder dem zweiten Abschnitt 67'' der ersten Steuerniere 67.

35

Analog zu der Ausgestaltung der ersten Steuerniere 67 ist auch die zweite Steuerniere 68 durch einen ersten Abschnitt 68' und einen zweiten Abschnitt 68'' ausgebildet. Die beiden Abschnitte 68' und 68'' der

zweiten Steuerniere 68 sind wiederum jeweils nierenförmig ausgebildet und werden ebenfalls von dem ersten Trennsteg 79 voneinander getrennt. Die beiden Abschnitte 67' und 67'' der ersten Steuerniere 67 bzw. die beiden Abschnitte 68' und 68'' der zweiten Steuerniere 68 sind jeweils bezüglich des Trennstegs 79 symmetrisch angeordnet.

Die Abschnitte 68' und 68'' der zweiten Steuerniere 68 erstrecken sich entlang eines Kreisbogens mit dem zweiten Steuernierenradius R_2' , wobei ihre Breite kleiner ist als die Breite der Abschnitte 67' und 67'' der ersten Steuerniere 67. Die nierenförmigen Abschnitte 68' und 68'' sind ebenfalls symmetrisch bezüglich des Kreisbogens mit dem zweiten Steuernierenradius R_2' angeordnet. Der zweite Steuernierenradius R_2' ist vorzugsweise identisch mit dem zweiten Radius R_2 .

Insbesondere ist es vorteilhaft, die Breite der Abschnitte 68' und 68'' der zweiten Steuerniere 68 entsprechend der Breite der Ausmündungen der zweiten Verbindungskanäle 64.2 zu wählen. Damit kommen auch die zweiten Verbindungskanäle 64.2 in Abhängigkeit von dem Drehwinkel der gemeinsamen Antriebswelle 22 und der Zylindertrommel 43 in vollständige Überdeckung mit den Abschnitten 68' und 68'' der zweiten Steuerniere 68. Der erste Abschnitt 68' und der zweite Abschnitt 68'' der zweiten Steuerniere 68 erstrecken sich mit einer vierten Länge L_4 entlang des Kreisbogens mit dem zweiten Steuernierenradius R_2' . Durch die gewählten Längen und die Lage der nierenförmigen Abschnitte auf den jeweiligen Kreisbögen werden die Steuerzeiten der Axialkolbenmaschine eingestellt.

Diametral gegenüberliegend sind in die Steuerplatte 52 ein erster Abschnitt 69' und ein zweiter Abschnitt 69'' der dritten Steuerniere 69 sowie ein erster Abschnitt 70' und ein zweiter Abschnitt 70'' der vierten Steuerniere 70 eingebracht. Die Geometrie und die Anordnung der dritten Steuerniere 69 entspricht der der ersten Steuerniere 67 und die Geometrie und die Anordnung der vierten

Steuerniere 70 entspricht der der zweiten Steuerniere 68. Ebenfalls diametral zu dem ersten Trennsteg 79 ist zwischen den ersten Abschnitten 69', 70' und den zweiten Abschnitten 69'', 70'' der dritten bzw. vierten
5 Steuerniere 69 bzw. 70 ein zweiter Trennsteg 81 ausgebildet Um Wiederholungen zu vermeiden wird auf eine erneute, detaillierte Erläuterung verzichtet.

Zwischen der ersten Steuerniere 67 und der zweiten
10 Steuerniere 68 bzw. der dritten und der vierten Steuerniere 69 und 70 ist eine umlaufende Nut 80 in die Steuerplatte 52 eingebracht. In der umlaufenden Nut 80 sind Rücklaufbohrungen 82.1, 82.2, 82.3 und 82.4 vorgesehen, die dem Rücktransport von Druckmittel dienen,
15 das aus dem hydrodynamischen Gleitlager in die umlaufende Nut 80 gelangt. Durch die umlaufende Nut 80 erfolgt eine voneinander unabhängige hydraulische Entlastung der sphärischen Ausformung der Steuerplatte 52 in dem Bereich der ersten und dritten Steuerniere 67 und 69 sowie der
20 zweiten und vierten Steuerniere 68 und 70.

Damit wird für jeden hydraulischen Kreislauf ein separates hydrodynamisches Gleitlager zwischen der Zylindertrommel 43 und der Steuerplatte 52 ausgebildet. Über die
25 Rücklaufbohrungen 82.1 bis 82.4 wird auf der von der Zylindertrommel 43 abgewandten Seite das Druckmittel ebenfalls in das Innere des Pumpengehäuses 24 zurückgeführt.

30 In Fig. 9 ist ein Schnitt durch eine Steuerplatte 52 entlang der Linie IX-IX der Fig. 8 gezeigt. Dort ist zu erkennen, dass die in der Fig. 9 dargestellten ersten Abschnitte 69' und 70' der dritten bzw. vierten Steuerniere 69 bzw. 70 in einem Bereich mit einer
35 sphärischen Ausformung 83 angeordnet sind. Dazwischen liegend ist die umlaufende Nut 80 angeordnet. In dem Bereich der ersten Ausnehmung 78.1 an dem äußeren Umfang der Steuerplatte 52 ist radial nach innen versetzt und von der Seite der Anschlussplatte 26 aus eine Zentrierbohrung

84 in die Steuerplatte 52 eingebracht, die der Aufnahme eines nicht dargestellten Zentrierstifts dient.

Um eine richtige Lage hinsichtlich der Längsachse 72 der Axialkolbenmaschine sicherzustellen, ist in die Steuerplatte 52 eine innere Zentrierbohrung 87 eingebracht, die mehrstufig ausgeführt ist. Wie es bereits kurz bei der Erläuterung der Fig. 2 angegeben wurde, ragt in diese innere Zentrierbohrung 87 der aus der Anschlussplatte 25 hervorstehende Teil des Gleitlagers 26 hinein. Durch die mehrstufige Ausführung der inneren Zentrierbohrung 87 kann an dem Gleitlager 26 ein außen umlaufender Bund ausgebildet sein, der als Anschlag beim Einsetzen in die Ausnehmung 33 der Anschlussplatte 25 dient.

Von dem äußeren Umfang der inneren Zentrierbohrung 87 auf der von der Zylindertrommel 43 abgewandten Seite ausgehend, sich radial nach außen erstreckend ist ein ebener Bereich 85 an der Steuerplatte 52 ausgebildet, durch den die Steuerplatte 52 an einer entsprechenden, ebenen Fläche der Anschlussplatte 25 dichtend anliegt. Der ebene Bereich 85 erstreckt sich nicht über den gesamten Durchmesser der Steuerplatte 52, sondern lässt in dem radial äußeren Bereich der Steuerplatte 52 einen zurückversetzten Bereich 86 frei. In diesem gegenüber dem ebenen Bereich 85 zurückversetzten Bereich 86 entsteht ein Spalt zwischen der Steuerplatte 52 und der Anschlussplatte 25, über den das durch die Rücklaufbohrungen 82.1 bis 82.4 abgeführte Druckmittel in das Innere des Pumpengehäuses 24 abfließt.

In dem ebenen Bereich 85 ist eine weitere umlaufende Nut 88 angeordnet, deren Radius identisch mit dem Radius der umlaufende Nut 80 ist. Damit sind die umlaufende Nut 80 und die weitere umlaufende Nut 88 über die Rücklaufbohrungen 82.1 bis 82.4 miteinander verbunden.

Den Austritt der Rücklaufbohrungen 82.1 bis 82.4 in die weitere umlaufende Nut 88 zeigt die Ansicht der Steuerplatte 52 von Seiten der Anschlussplatte 25. Von der ersten Ausnehmung 78.1 und der zweiten Ausnehmung 78.2, die an dem äußeren Umfang der Steuerplatte 52 angeordnet sind, verläuft eine erste Ablaufnut 89.1 und eine zweite Ablaufnut 89.2 in radialer Richtung zu der inneren Zentrierbohrung 87. In dem Bereich, in dem sich die erste Ablaufnut 89.1 bzw. die zweite Ablaufnut 89.2 mit der weiteren umlaufenden Nut 88 kreuzen, ist jeweils ein erweiterter Bereich 90.1 bzw. 90.2 ausgebildet. Durch den erweiterten Bereich 90.1 bzw. den erweiterten Bereich 90.2 bleibt auch dann, wenn in die Zentrierbohrung 84 bzw. eine entsprechende Zentrierbohrung 84' ein Zentrierstift eingesetzt ist, eine Leckageweg für das Druckmittel erhalten.

Das über die umlaufende Nut 80 und die Rücklaufbohrungen 82.1 bis 82.4 in die weitere umlaufende Nut 88 abfließende Druckmittel wird damit über den erweiterten Bereich 90.1 oder den erweiterten Bereich 90.2 und die sich daran anschließenden Ablaufnuten 89.1 bzw. 89.2 in den Außenbereich der Steuerplatte 52 und damit das Innere des Pumpengehäuses 24 abgeführt.

25

Bei der erfindungsgemäßen hydrostatischen Kolbenmaschine wird eine Kolbenmaschine für einen ersten und einen davon getrennten zweiten, geschlossenen hydraulischen Kreislauf verwendet, wobei die Zylinderbohrungen 53 auf einem einzigen, gemeinsamen Teilkreis 76 in der Zylindertrommel 43 angeordnet sind. Die Zuordnung der Zylinderbohrungen 53 zu dem ersten bzw. zweiten hydraulischen Kreislauf erfolgt über erste Verbindungskanäle 64.1 bzw. zweite Verbindungskanäle 64.2, die ebenfalls in der Zylindertrommel 43 angeordnet sind.

35

Die Ausmündungen der ersten Verbindungskanäle 64.1 und der zweiten Verbindungskanäle 64.2 besitzen einen unterschiedlichen Abstand von der Längsachse 71 der

Zylindertrommel 43, wobei dieser unterschiedliche Abstand mit der Anordnung der zu dem jeweiligen ersten bzw. zweiten hydraulischen Kreislauf gehörenden ersten und dritten Steuerniere 67 und 69 bzw. zweiten und vierten 5 Steuerniere 68 und 70 einer Steuerplatte 52 korrespondiert.

Zum Verringern von Pulsationen der Kolbenmaschine 1 sind vorzugsweise jedem hydraulischen Kreislauf dieselbe 10 ungerade Anzahl von Zylinderbohrungen 53 zugeordnet. Zum Erzeugen des notwendigen unterschiedlichen Abstands der Ausmündungen der ersten Verbindungskanäle 64.1 und der zweiten Verbindungskanäle 64.2 können die Verbindungskanäle entweder radial versetzt zueinander, 15 jedoch parallel zu der Längsachse 72 in der Zylindertrommel 43 angeordnet sein, oder aber eine radiale Richtungskomponente aufweisen.

Vorzugsweise weisen dabei diejenigen Verbindungskanäle 20 64.1 bzw. 64.2, die mit einem geringeren Abstand von der Längsachse 72 an der Stirnseite 65 der Zylindertrommel 43 ausmünden, eine radiale Richtungskomponente auf, die auf die Steuerplatte 52 in Richtung auf die Längsachse 72 zu orientiert sind. Zusammen mit der sphärischen Ausformung 25 83 der Steuerplatte 52 und der korrespondierenden sphärischen Vertiefung 51 der Zylindertrommel 43 ergibt sich dadurch für die ersten Verbindungskanäle 64.1 und die zweiten Verbindungskanäle 64.2 ein Austrittswinkel von näherungsweise 90°, was sich positiv auf die Festigkeit 30 auswirkt.

Die Erfindung ist nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt. Sämtliche beschriebene Merkmale sind beliebig miteinander kombinierbar. 35

Ansprüche

1. Hydrostatische Kolbenmaschine mit einer Zylindertrommel (43), in die eine erste Gruppe Zylinderbohrungen (53.1) und eine zweite Gruppe Zylinderbohrungen (53.2) eingebracht sind, wobei die Zylinderbohrungen der ersten Gruppe (53.1) mit einem ersten hydraulischen Kreislauf und die Zylinderbohrungen der zweiten Gruppe (53.2) mit einem zweiten hydraulischen Kreislauf verbindbar sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Zylinderbohrungen der ersten Gruppe (53.1) und die Zylinderbohrungen der zweiten Gruppe (53.2) auf einem gemeinsamen Teilkreis (76) in die Zylindertrommel (43) eingebracht sind.
2. Hydrostatische Kolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Zylinderbohrungen der ersten Gruppe (53.1) über erste Verbindungskanäle (64.1), die an einer Stirnseite (65) der Zylindertrommel (43) mit einem ersten Abstand (R_1) von der Längsachse (71) der Zylindertrommel (43) ausmünden, und die Zylinderbohrungen der zweiten Gruppe (53.2) über zweite Verbindungskanäle (64.2), die an der Stirnseite (65) der Zylindertrommel (43) mit einem anderen, zweiten Abstand (R_2) von der Längsachse (71) der Zylindertrommel (43) ausmünden, mit dem ersten bzw. zweiten hydraulischen Kreislauf verbindbar sind.
3. Hydrostatische Kolbenmaschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass in eine Steuerplatte (52) eine mit dem ersten hydraulischen Kreislauf verbundene erste Steuerniere (67) eingebracht ist, die sich entlang eines Kreisbogens mit einem ersten Radius (R_1') erstreckt, der mit dem ersten Abstand (R_1) der Ausmündungen der ersten Verbindungskanäle (64.1) von der Längsachse (71) der Zylindertrommel (43) korrespondiert und dass in die Steuerplatte (52) eine mit dem zweiten hydraulischen Kreislauf verbundene zweite Steuerniere (68)

einggebracht ist, die sich entlang eines Kreisbogens mit einem anderen, zweiten Radius (R_2') erstreckt, der mit dem zweiten Abstand (R_2) der Ausmündungen der zweiten Verbindungskanäle (64.2) von der Längsachse (71) der Zylindertrommel (43) korrespondiert.

4. Hydrostatische Kolbenmaschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,

dass in die Steuerplatte (52) eine mit dem ersten Kreislauf verbundene dritte Steuerniere (69) eingebracht ist, die sich entlang des Kreisbogens mit dem ersten Radius (R_1') erstreckt, und dass in die Steuerniere (52) eine mit dem zweiten Kreislauf verbundene vierte Steuerniere (70) eingebracht ist, die sich entlang des Kreisbogens mit dem zweiten Radius (R_2') erstreckt.

5. Hydrostatische Kolbenmaschine nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet,

dass die Steuerplatte (52) eine sphärische Ausformung (83) aufweist und an einer korrespondierenden sphärischen Vertiefung (51) der Stirnseite (64) der Zylindertrommel (43) anliegt.

6. Hydrostatische Kolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet,

dass die ersten und zweiten Verbindungskanäle (64.1, 64.2) parallel zu der Längsachse (71) der Zylindertrommel (43) verlaufen.

7. Hydrostatische Kolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet,

dass die ersten und/oder die zweiten Verbindungskanäle (64.1, 64.2) eine radiale Richtungskomponente bezüglich der Längsachse (71) der Zylindertrommel (43) aufweisen.

8. Hydrostatische Kolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mit dem geringeren Abstand (R_1) von der
5 Längsachse (71) der Zylindertrommel (43) an der Stirnseite
(65) der Zylindertrommel (43) ausmündenden
Verbindungskanäle (64.1) eine in Richtung zur Stirnseite
(65) auf die Längsachse (71) der Zylindertrommel (43) hin
gerichtete radiale Richtungskomponente aufweisen.
- 10 9. Hydrostatische Kolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Anzahl der auf dem gemeinsamen Teilkreis (76) in
15 die Zylindertrommel (43) eingebrachten Zylinderbohrungen
(53) gerade ist.
10. Hydrostatische Kolbenmaschine nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
20 dass die Anzahl von Zylinderbohrungen der ersten Gruppe
(53.1) identisch mit der Anzahl von Zylinderbohrungen der
zweiten Gruppe (53.2) ist.
11. Hydrostatische Kolbenmaschine nach Anspruch 9 oder 10,
25 dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Gruppe und die zweite Gruppe jeweils eine
ungerade Anzahl von Zylinderbohrungen (53.1, 53.2)
aufweisen.
- 30 12. Hydrostatische Kolbenmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass in den Zylinderbohrungen der ersten Gruppe (53.1) und
in den Zylinderbohrungen der zweiten Gruppe (53.2) jeweils
35 Kolben (54) längsverschieblich angeordnet sind und die
Kolben (54) sich auf einer Schwenkscheibe (57) abstützen,
die zur Umkehr der Arbeitsrichtung der Kolbenmaschine (1)
ausgehend von einer rechtwinkligen Lage bezüglich der

Längsachse (71) der Zylindertrommel (43) in zwei
Richtungen verschwenkbar ist.

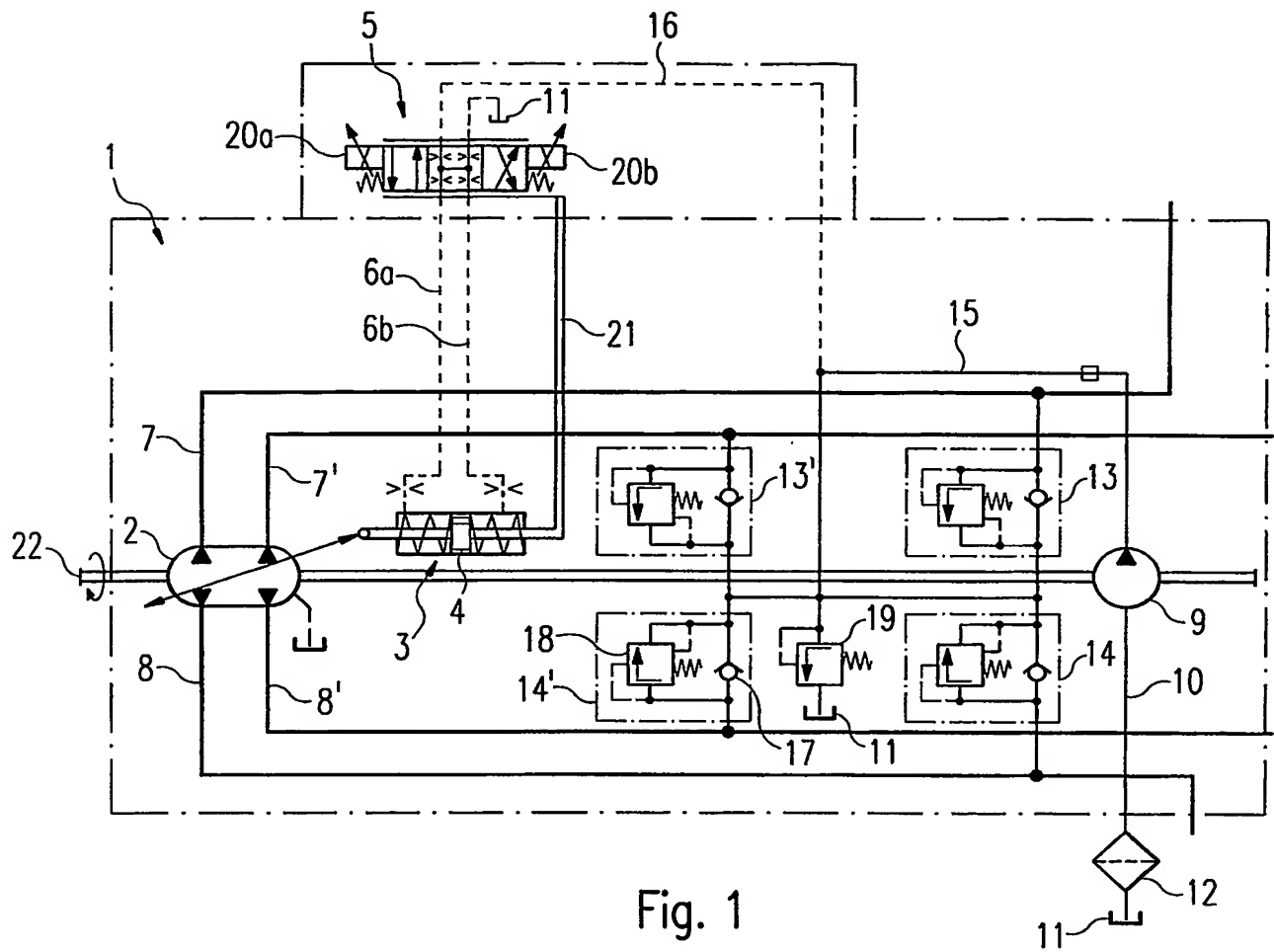


Fig. 1

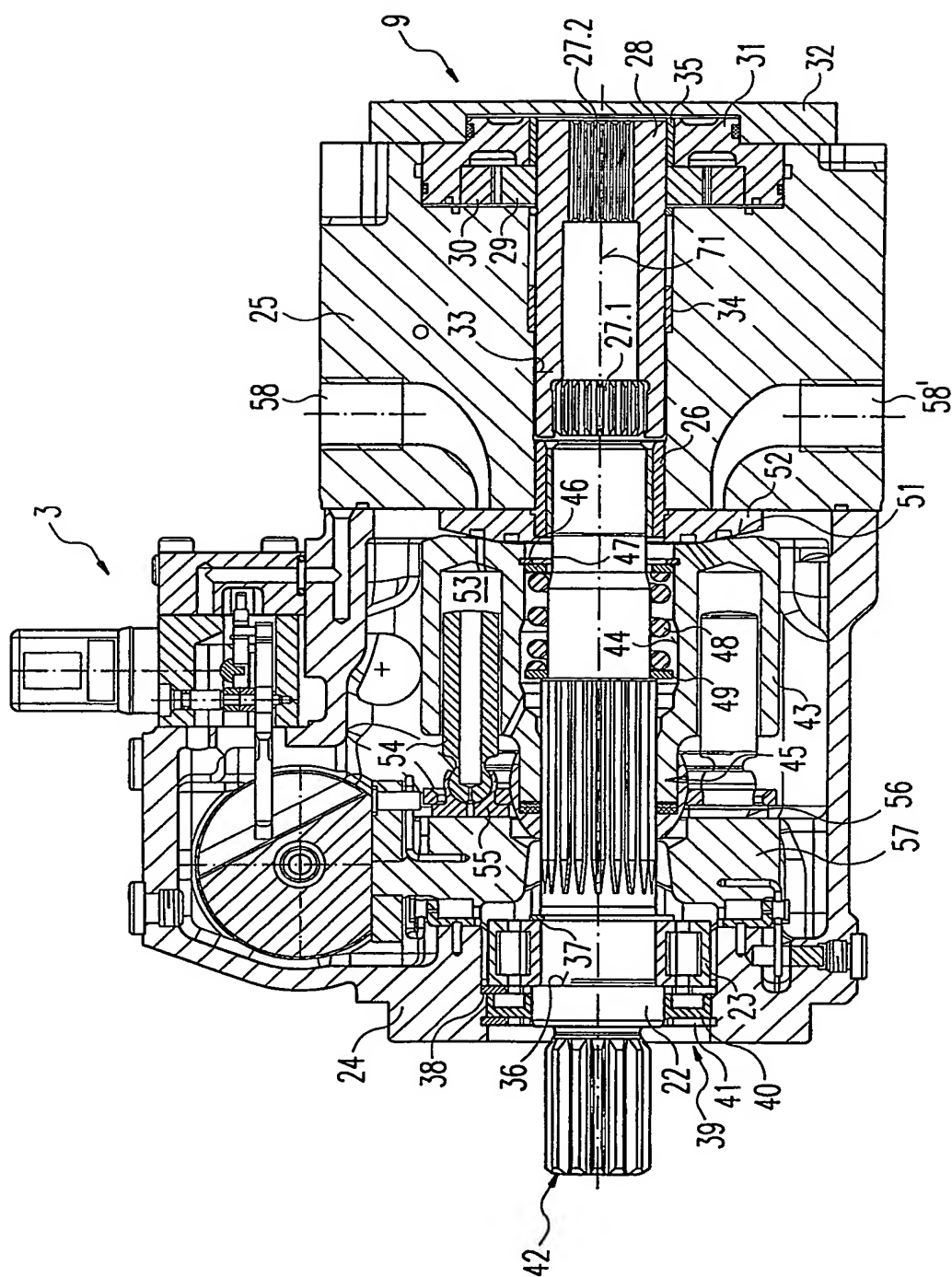
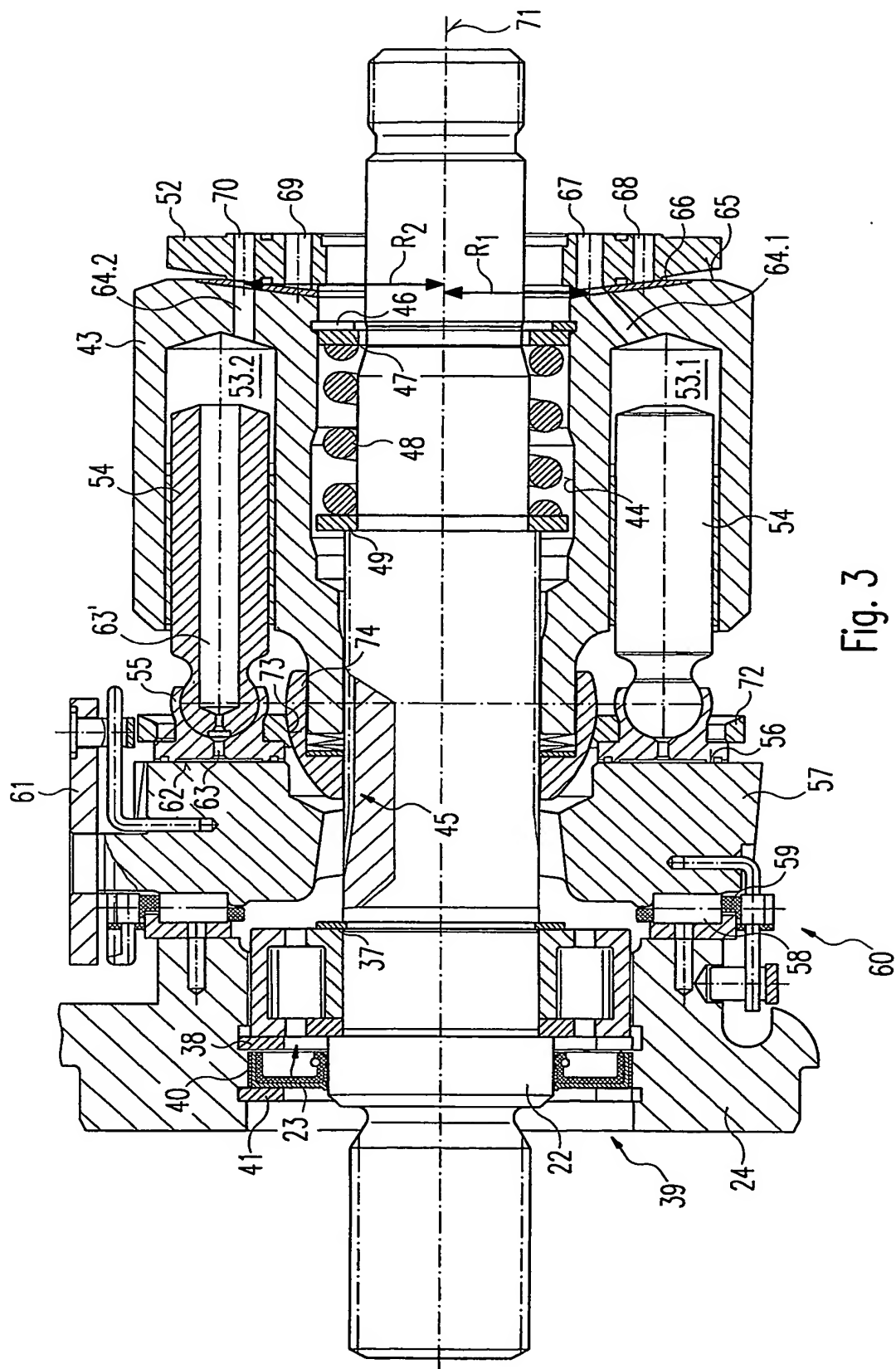


Fig. 2

3/7



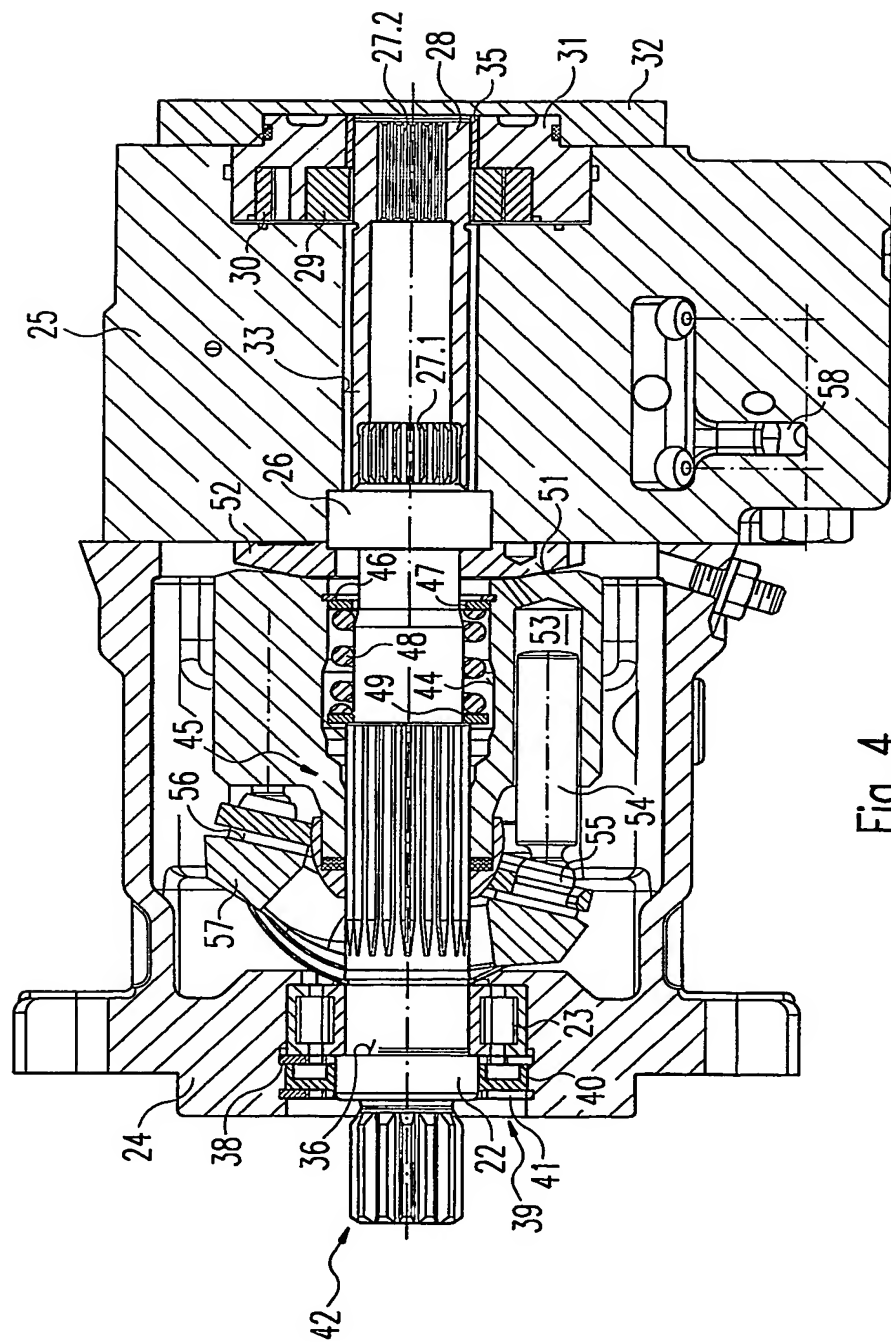


Fig. 4

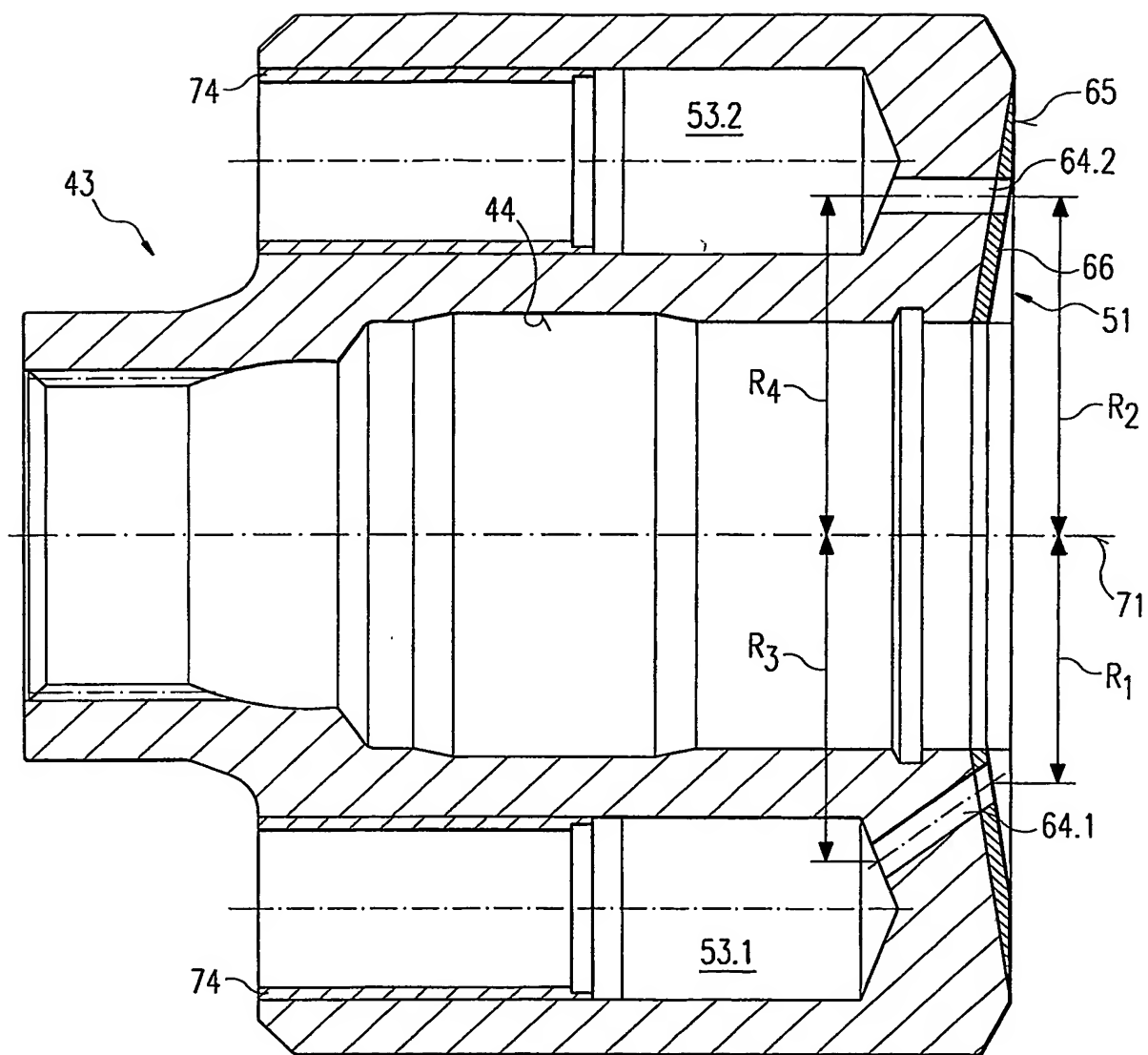


Fig. 5

6/7

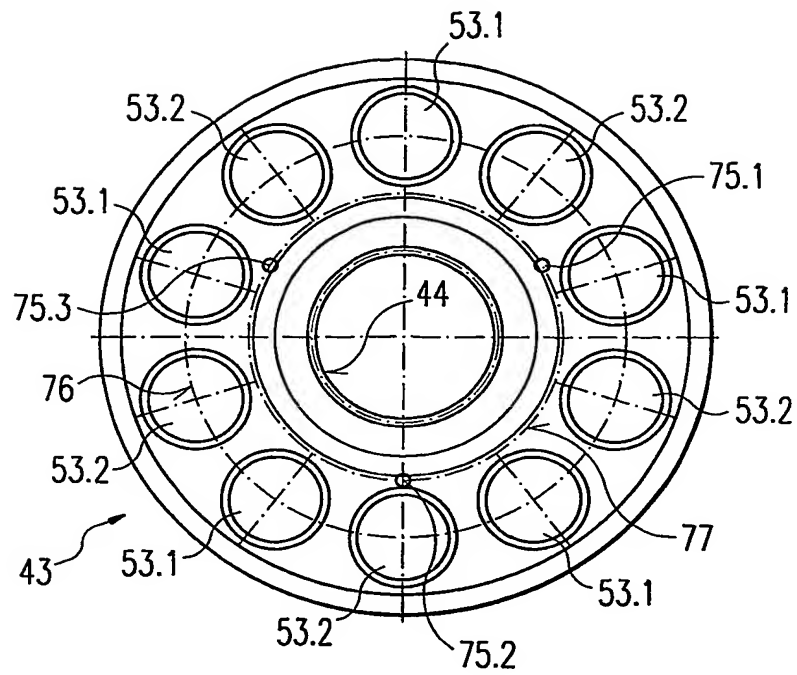


Fig. 6

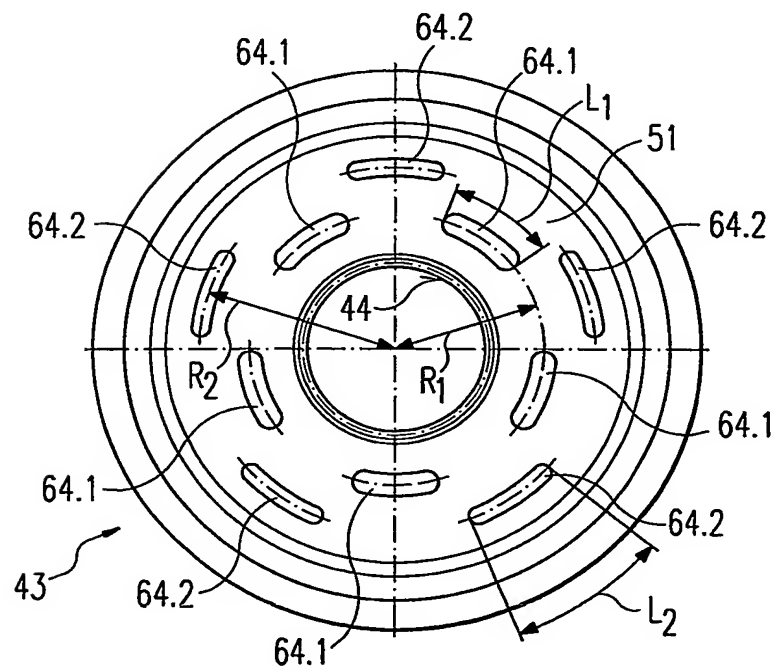
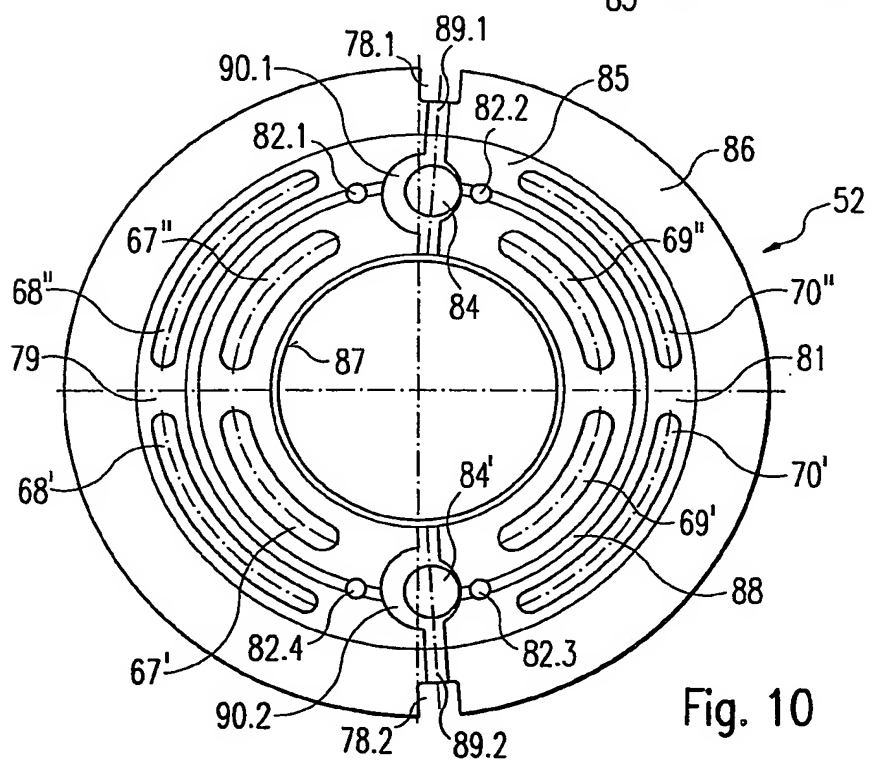
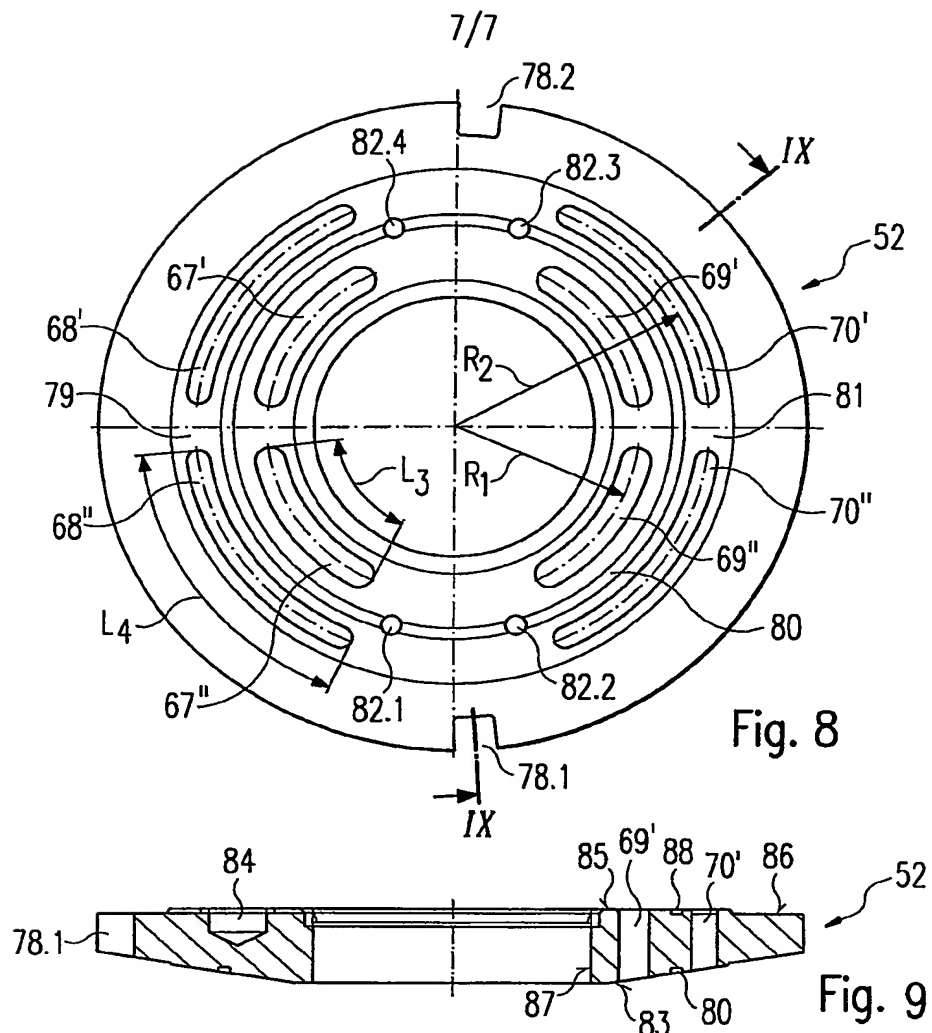


Fig. 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/011356

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F04B1/16 F01B3/00 F15B3/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F15B F04B F01B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EP0-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2 356 917 A (CHOUINGS LESLIE CYRIL) 29 August 1944 (1944-08-29) the whole document page 1, left-hand column, line 38 - right-hand column, line 22; figures 1,6 page 3, left-hand column, lines 42-50	1-12
A	US 3 188 963 A (TYLER HENRY P) 15 June 1965 (1965-06-15) cited in the application the whole document	1-12
A	DE 40 10 550 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN AG, 7990 FRIEDRICHSHAFEN, DE; ZF FRIEDRI) 11 October 1990 (1990-10-11) the whole document	1-12
	----- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 March 2005

Date of mailing of the international search report

21/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Olona Laglera, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/011356

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 37 27 853 A1 (MANNESMANN REXROTH GMBH; MANNESMANN REXROTH GMBH, 8770 LOHR, DE) 19 May 1988 (1988-05-19) the whole document -----	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/011356

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2356917	A	29-08-1944	GB 563850 A	01-09-1944
US 3188963	A	15-06-1965	NONE	
DE 4010550	A1	11-10-1990	JP 2283870 A US 5230610 A	21-11-1990 27-07-1993
DE 3727853	A1	19-05-1988	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/011356

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 F04B1/16 F01B3/00 F15B3/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 F15B F04B F01B		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2 356 917 A (CHOUINGS LESLIE CYRIL) 29. August 1944 (1944-08-29) das ganze Dokument Seite 1, linke Spalte, Zeile 38 - rechte Spalte, Zeile 22; Abbildungen 1,6 Seite 3, linke Spalte, Zeilen 42-50	1-12
A	US 3 188 963 A (TYLER HENRY P) 15. Juni 1965 (1965-06-15) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-12
A	DE 40 10 550 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN AG, 7990 FRIEDRICHSHAFEN, DE; ZF FRIEDRI) 11. Oktober 1990 (1990-10-11) das ganze Dokument	1-12
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen		
<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 15. März 2005		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 21/03/2005
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Olona Laglera, C

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/011356

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>DE 37 27 853 A1 (MANNESSMANN REXROTH GMBH; MANNESSMANN REXROTH GMBH, 8770 LOHR, DE) 19. Mai 1988 (1988-05-19) das ganze Dokument</p> <p>-----</p>	1-12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/011356

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2356917	A	29-08-1944	GB	563850 A	01-09-1944
US 3188963	A	15-06-1965	KEINE		
DE 4010550	A1	11-10-1990	JP	2283870 A	21-11-1990
			US	5230610 A	27-07-1993
DE 3727853	A1	19-05-1988	KEINE		